مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۳، شماره ۳، سال ۱۳۹۶

تنوع ژنتیکی در بخشی از ژرم‌پلاسم گندم نان بانک ژن گیاهی ملی ایران

Genetic Diversity in a Part of Bread Wheat Germplasm of National Plant Gene Bank of Iran

یوسف ارشد[1]، مهدی زهراوی[1] و فرنگیس فنواتی[2]

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و دانشیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۲۲   تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۹

چکیده

ارشد، ی.، زهراوی، م.، و فنواتی، ف. ۱۳۹۶. تنوع ژنتیکی در بخشی از ژرم‌پلاسم گندم نان بانک ژن گیاهی ملی ایران. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۳:** ۳۵۱-۳۳۵.

این تحقیق به منظور بررسی تنوع ژنتیکی در ۴۷۰ نمونه ژنتیکی از کلکسیون گندم نان بانک ژن گیاهی ملی ایران انجام شد. آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در قالب طرح آگمنت در کرج انجام شد. صفات زراعی و مورفولوژیکی مطابق با دستورالعمل بین‌المللی ارزیابی شدند. تنوع موجود در ژرم‌پلاسم مورد مطالعه با استفاده از آماره‌های توصیفی بررسی شد. بر اساس شاخص شانون، صفت تراکم سنبله دارای بیشترین تنوع (۰/۹۰۳) در بین صفات کیفی بود. وزن دانه پنج سنبله و تعداد دانه در سنبله دارای بیشترین ضریب تغییرات و بیشترین تنوع در بین صفات کمّی بودند. وزن دانه پنج سنبله بالاترین ضریب همبستگی مثبت معنی‌دار با تعداد دانـه در سـنبله ($r = ۰/۶۹^{**}$) را داشت و با صفات طول سنبله، وزن صد دانه، قطر ساقه، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد گلچه در سنبلچه نیز دارای همبستگی مثبت معنی‌دار بود. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که پنج مؤلفـه اصـلی اول ۶۸/۳ درصد از تغییرات داده‌ها را دربر داشتند. با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش K means، نمونه‌هـای ژنتیکی در ده گروه قرار گرفتند. گروه اول دارای بیشترین میانگین وزن دانه پنج سنبله، تعـداد دانـه در سـنبله، تعداد گلچه درسنبلچه و تعداد سنبلچه در سنبله بود و از بیشترین فاصله نسبت به سایر گـروه‌هـا برخـوردار بـود. نمونه‌های ژنتیکی برتر مانند ۵۶۱۷ از ایران (وزن دانه پنج سنبله ۲۶/۵۵ گرم)، ۵۷۵۲ از افغانستان (وزن صد دانـه ۶/۷ گرم) و ۶۷۸۳ از چین (تعداد دانه در سنبله ۱۰۳/۴ عدد) را می‌توان به عنوان منابع ژنتیکـی ارزشـمند بـرای صفات ارزیابی شده در برنامه‌های به‌نژادی آینده مورد بهره‌برداری قرار داد.

واژه‌های کلیدی: گندم، ژنوتیپ، صفات کمی و کیفی، ضرایب همبستگی، تجزیه خوشه‌ای.

نویسنده مسئول: mehdizahravi@yahoo.com تلفن: ۰۲۶۳۲۷۰۱۲۶۰

مقدمه

ژنوتیپ‌های بومی (Landrace accessions) منابع مهمی برای تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی به شمار می‌روند. این ژنوتیپ‌ها به عنوان منابع ژنتیکی به منظور توسعه ارقام با صفات مطلوب زراعی در بانک‌های ژن در دنیا نگهداری می‌شوند. ژنوتیپ‌های بومی همچنین بخش مهمی از میراث فرهنگی بشر را تشکیل می‌دهند و از آن‌ها برای درک و استنباط تاریخ کشاورزی در مطالعات ژنتیکی استفاده می‌شود (Hagenblad *et al*., 2012). باوجود آن که توسعه ارقام نوین متکی بر ژنوتیپ‌های بومی بوده است، اما تنوع ژنتیکی در ژنوتیپ‌های بومی گونه‌های زراعی کمتر شناخته شده است. برخلاف کشاورزی امروزی، کشت و کار در طول تاریخ با تجارت بذر محدودی همراه بوده و کشاورزان اکثراً بذر تولیدی خود را مورد استفاده قرار می‌دادند. این امر موجب محدود شدن جریان ژنی و در نتیجه تمایز ژنتیکی بین جمعیت‌ها شده است. کشت و کار ژنوتیپ‌های بومی در زمان‌های اخیر با ارقام اصلاح شده جایگزین شده است. اصلاح نباتات اولیه عبارت از تولید لاین‌های گزینش شده و یکنواخت از نظر فنوتیپی بود که با تلاش‌های بعدی، به تلاقی و گزینش در بین نتاج نوترکیب منتهی شد. لاین‌های برتر امروزی، دارای صفات بهبود یافته مرتبط با تولید هستند، ولی فقط بخشی از تنوع ژنتیکی موجود در ژنوتیپ‌های بومی را در بر دارند (Hagenblad *et al*., 2012). مفهوم ژنوتیپ‌های بومی و اهمیت حفاظت از آن‌ها به عنوان منابع ژنتیکی برای اصلاح نباتات در آینده از ۱۲۰ سال پیش مورد شناسایی قرار گرفت (Zeven, 1998). از اوایل قرن بیستم، بانک‌های ژن در دنیا، به ویژه در ایالات متحده آمریکا و شوروری سابق، به جمع‌آوری، ذخیره و نگهداری تعداد زیادی از ژنوتیپ‌های بومی مبادرت ورزیدند (Harlan, 1975). کشور ایران در مرکز تنوع بسیاری از گونه‌های گیاهی از جمله گندم واقع شده است. نمونه‌های ژنتیکی گندم در مراکز تحقیقاتی گوناگون در داخل کشور نگهداری می‌شوند تنوع ژنتیکی موجود در این مجموعه‌ها در تحقیقات مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است. محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2002) تنوع ژنتیکی و جغرافیایی ۶۰۰ لاین بومی گندم نان ایران را با استفاده از روش‌های چند متغیره، تنوع در صفات مورفولوژیک و فنولوژیک این لاین‌ها مطالعه و مشاهده کردند که تنوع ژنتیکی تابعیت و الگوپذیری قابل ملاحظه‌ای از تنوع جغرافیایی نشان نداد. در بررسی تنوع ژنتیکی ۱۰۳ توده گندم بومی سیستان و بلوچستان مشخص شد که بین عملکرد و صفات تعداد روز از کشت تا ظهور سنبله، طول سنبله، وزن صد دانه، تعداد پنجه، ارتفاع، قطر ساقه، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله، همبستگی مثبت معنی داری وجود داشت. همچنین تجزیه رگرسیون چند گانه به روش گام به گام نشان داد که

صفات وزن صد دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه، بیشترین عوامل موثر در عملکرد بودند (Naroui Rad *et al.,* 2006). خلیل‌زاده و همکاران (Khalilzadeh *et al.*, 2007) تنوع ژنتیکی ۸۱ توده گندم بومی شمال غرب ایران را با اندازه‌گیری ۱۹ صفت، ارزیابی کردند. نتایج بررسی نشان داد که حداکثر ضریب تغییرات مربوط به صفت وزن سنبله اصلی و کمترین مقدار آن، برای صفت تعداد روز تا گرده‌افشانی بود. همچنین بیشترین درصد وراثت‌پذیری و کمترین آن (به ترتیب ۸۴ و ۱۰ درصد) به صفات طول ریشک و وزن سنبله اصلی اختصاص داشت. آن‌ها نتیجه گرفتند که قرار گرفتن توده و ژنوتیپ‌های مناطق مختلف در یک کلاستر ناشی از نزدیکی فاصله ژنتیکی آن‌ها بوده و این امر، تبادل مواد ژنتیکی بین این مناطق را نشان می‌دهد. زکی‌زاده و همکاران (Zakizadeh *et al.,* 2010) به منظور بررسی تنوع ژنتیکی در ۷۰ ژنوتیپ سنبله بلند، سی صفت را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها نشان داد که سه عامل اصلی و مستقل، ۹۶ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. بر اساس تجزیه رگرسیون مرحله‌ای، عملکرد بیولوژیک، وزن دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع، از مهم‌ترین اجزای عملکرد بوده و سهم موثرتری در توجیه عملکرد دانه داشتند. همچنین تجزیه علیت نشان داد که بزرگ‌ترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه مربوط به صفات تعداد سنبله در مترمربع، وزن دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک بودند. نتایج حاصل از تجزیه تشخیص متعارف در جمعیتی متشکل از ۹۴ لاین دبل هاپلوئید، والدین و پنج رقم بومی نشان داد که دو متغیر متعارف معنی‌دار بوده و متغیر متعارف اول شامل صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه، تراکم سنبلچه، وزن صددانه، طول سنبله، تعداد پنجه بارور و عملکرد دانه، بیشترین نقش را در تفکیک ارقام داشت (Arminian *et al.,* 2012). نتایج بررسی تنوع صفات در سی ژنوتیپ گندم نان، نشان داد که بین ارقام مورد بررسی از نظر کلیه صفات مورد مطالعه به جز تعداد روز تا سنبله‌دهی، تعداد سنبله در بوته و عملکرد دانه در بوته، اختلاف معنی‌داری وجود داشت که حاکی از وجود تنوع قابل ملاحظه بین ارقام مورد مطالعه بود. همچنین اکثر صفات به ویژه طول ریشک، طول پدانکل، تعداد گلچه غیربارور در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله اصلی، وزن سنبله و وزن دانه در سنبله اصلی، دارای بیشترین ضرایب تنوع بودند (Rashidi *et al.,* 2012). آقائی سربرزه و امینی (Aghaee Sarbarzeh and Amini, 2012) ۱۱۲ لاین خالص گندم نان انتخابی از کلکسیون گندم‌های بومی نان موجود در بخش تحقیقات غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر را به صورت آزمایش بدون تکرار مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمایش تنوع زیادی را در ژنوتیپ‌های گندم بومی نان از نظر اکثر صفات کمی و کیفی نشان داد. تعداد

۲۲ ژنوتیپ که نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر عملکرد دانه بیشتر و برخی خصوصیات زراعی مناسب‌تر داشتند انتخاب شدند. نتایج این تحقیق نشان داد مواد ژنتیکی موجود در این کلکسیون منابع ارزشمندی هستند که علاوه بر داشتن صفات جدید، تنوع سرشاری را برای به‌نژادگران به منظور اصلاح و تولید ارقام گندم فراهم می‌آورند. نتایج بررسی تنوع ژنتیکی ۵۱۲ نمونه ژنتیکی گندم نشان داد که بیشترین ضریب تغییرات به صفات وزن دانه گیاهان هر کرت و وزن دانه پنج سنبله و کمترین ضریب تغییرات به صفات فنولوژیکی اختصاص داشت. براساس نتایج شاخص شانون برای صفات کیفی، حداکثر تنوع به صفت دارا بودن ریشک، تعلق داشت (Hasanpour *et al.,* 2013). ارشد و زهراوی (Arshad and Zahravi, 2013) تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات در ۶۱۵ نمونه ژنتیکی گندم بومی ایران از کلکسیون گندم بانک ژن گیاهی ملی ایران را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحقیق نشان داد که تعداد دانه در سنبله و وزن صد دانه به عنوان صفات مؤثر بر وزن دانه سنبله بودند. همچنین در این بررسی، نمونه‌های ژنتیکی از آذربایجان غربی، گیلان، لرستان و اصفهان به عنوان نمونه‌های برتر شناسایی شدند. آقائی سربرزه و امینی (Aghaee Sarbarzeh and Amini, 2013) یکصد ژنوتیپ گندم مصنوعی دریافتی از مرکز بین‌المللی تحقیقات گندم و ذرت (CIMMYT) به همراه ارقام گندم شاهد پیشتاز، پیشگام و مغان-۳ را در شرایط آبی ارزیابی کردند. نتایج آزمایش تنوع زیادی را در ژنوتیپ‌های گندم مصنوعی از نظر اکثر صفات زراعی نشان داد. تعداد پانزده ژنوتیپ گندم مصنوعی با داشتن عملکرد دانه بالا و برخی خصوصیات زراعی مناسب، شناسائی و برای بررسی بیشتر در نظر گرفته شدند.

کلکسیون گندم بانک ژن گیاهی ملی ایران، یکی از بزرگ‌ترین کلسیون‌های گندم در جهان است و از نظر تعداد نمونه ژنتیکی، گونه‌های متفاوت جمع‌آوری شده و تنوع درون گونه‌ای از اهمیت زیادی برخوردار بوده و مورد توجه به‌نژادگران جهان هست (Anonymous, 2010). این تحقیق با هدف بررسی تنوع موجود در نمونه‌های ژنتیکی گندم نان این کلکسیون و با تاکید بیشتر بر نمونه‌های با مبدأ خارج از کشور، انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد ژنتیکی مورد ارزیابی در این تحقیق، شامل ۴۸۰ نمونه ژنتیکی از کلکسیون بانک ژن گیاهی ملی ایران بود. بذر نمونه‌های خارجی از ۳۵ کشور مختلف دریافت شده بود.

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱، در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج واقع در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا و در قالب طرح آزمایشی آگمنت انجام شد.

ژرم‌پلاسم مورد بررسی در ۱۶ بلوک طرح آگمنت کاشته شد به طوری که هر بلوک آگمنت، تعداد ۳۰ نمونه ژنتیکی را در برگرفت و ارقام شاهد کویر، روشن و ماهوتی در تمام بلوک‌ها تکرار شدند. تعداد ده نمونه ژنتیکی فاقد قوه نامیه بوده و سبز نشد، لذا تعداد کل مواد ژنتیکی مورد بررسی، بر ۴۷۰ نمونه ژنتیکی مشتمل شد. بذر هر نمونه ژنتیکی در یک ردیف به طول دو و نیم متر و فاصله ۶۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها کشت شدند. هیچ گونه تیمار کودی اعمال نشد و آبیاری طبق معمول انجام شد. صفات مورفولوژیک و زراعی مطابق با دستور العمل کمیته بین‌المللی ذخایر توارثی گیاهی (Anonymous, 1978) با انتخاب پنج نمونه تصادفی ارزیابی شدند. بدین منظور صفات کیفی شامل تراکم سنبله به صورت ۱: خیلی تنک ۳: تنک ۵: متوسط ۷: فشرده و ۹: خیلی فشرده، صفت ریشک‌دار بودن سنبله به صورت صفر: بدون ریشک ۳: دارای ریشک کوتاه و ۷: ریشک بلند، صفت رنگ گلوم به صورت ۱: سفید ۲: قرمز تا قهوه‌ای و ۳: ارغوانی تا سیاه و صفت کرک‌دار بودن گلوم به صورت صفر: بدون کرک ۳: کرک کم و ۷: کرک زیاد امتیازدهی شدند. صفات کمّی شامل طول سنبله، وزن صد دانه، تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، تعداد روز تا زمان گلدهی، تعداد روز تا زمان سنبله‌دهی، تعداد روز از سنبله‌دهی تا گلدهی و وزن دانه پنج سنبله اندازه‌گیری شدند. برای بررسی تفاوت بین بلوک‌های طرح آگمنت و انجام تصحیحات لازم در صورت وجود تفاوت معنی‌دار، تجزیه واریانس برای ارقام شاهد انجام شد. آماره‌های توصیفی برای صفات کیفی شامل میانه، نما و شاخص شانون (Shannon, 1948) و برای صفات کمّی شامل حداقل، حداکثر، دامنه، میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات محاسبه شدند. ارتباط بین صفات کمّی با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، مورد بررسی قرار گرفت. به منظور کاهش ابعاد داده‌ها، تجزیه مؤلفه‌های اصلی انجام شد و نمونه‌های ژنتیکی بر اساس مؤلفه‌های حاصله از یک‌دیگر تفکیک شدند. گروه‌بندی نمونه‌های ژنتیکی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش K means (MacQueen, 1967) انجام شد. این تجزیه با در نظر گرفتن تعداد گروه‌های (خوشه) مختلف انجام شد و در هر مرتبه، جدول تجزیه واریانس برای تفاوت بین گروه‌ها از نظر صفات مختلف، مورد بررسی قرار گرفت و نهایتا تعدادی (گروه) در نظر گرفته شد که از نظر حداکثر صفات ارزیابی شده، بین گروه‌های مذکور، تفاوت معنی‌دار حاصل شده بود. به علاوه، تجزیه خوشه‌ای سلسله مراتبی به روش وارد نیز برای گروه‌بندی نمونه‌های ژنتیکی مورد استفاده قرار گرفت. از نسخه ۱۲ نرم‌افزار SPSS برای انجام محاسبات آماری استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد نمونه‌های ژنتیکی گندم نان مربوط به کشورهای مختلف که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند در جدول ۱ نشان داده شده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای صفات کمّی در ارقام شاهد نشان داد که بلوک‌ها فاقد تفاوت معنی‌دار بودند (جدول ۲) که بیانگر یکنواختی نسبی قطعه آزمایش طرح آگمنت بوده و لذا به تصحیح مقادیر مشاهده شده در نمونه‌های ژنتیکی نیازی نبود و تمام تجزیه‌های آماری روی مقادیر اندازه‌گیری شده اولیه انجام شد. آماره‌های توصیفی برای صفات کیفی در جدول ۳ ارائه شده است. بر اساس شاخص شانون، صفت تراکم سنبله دارای بیشترین تنوع (۰/۹۰۳) در بین صفات کیفی بود. اکثر نمونه‌های ژنتیکی دارای تراکم سنبله متوسط (امتیاز ۵)، رنگ گلوم سفید (امتیاز ۱)، گلوم بدون کرک (امتیاز صفر) و ریشک بلند (امتیاز ۷) بودند (شکل ۱). از بین صفات کمّی، وزن دانه پنج سنبله، تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه بارور دارای بیشترین ضریب تغییرات و در نتیجه، دارای بیشترین تنوع در بین صفات کمّی بودند (جدول ۴). مقادیر ضریب تغییرات در بررسی ۶۱۵ نمونه ژنتیکی گندم بومی ایران توسط ارشد و زهراوی (Arshad and Zahravi, 2013) نیز نشان دادند که صفات وزن دانه پنج سنبله، تعداد پنجه بارور و تعداد دانه در سنبله از بین صفات کمّی دارای بیشترین تنوع بودند و بر اساس شاخص شانون، رنگ گلوم از بین صفات کیفی دارای بیشترین تغییرات بود.

گندم‌های ایرانی در زمره برترین نمونه‌ها از نظر وزن دانه پنج سنبله و وزن صد دانه بودند به طوری که بیشترین وزن دانه پنج سنبله به نمونه ژنتیکی ۵۶۱۷ از ایران اختصاص داشت. پس از آن، دو نمونه ژنتیکی از ژاپن و یک نمونه ژنتیکی از هر یک از کشورهای پرتغال و ایالات متحده آمریکا، دارای بیشترین وزن دانه پنج سنبله بودند. بیشترین مقدار وزن صد دانه به یک نمونه ژنتیکی از افغانستان، سه نمونه ژنتیکی از ژاپن، چهار نمونه ژنتیکی از ایران و یک نمونه ژنتیکی از استرالیا اختصاص داشت (جدول ۵).

نتایج بررسی همبستگی صفات در جدول ۶ ارائه شده است. بالاترین ضریب همبستگی ($r = ۰/۹۴^{**}$) بین صفات تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا سنبله‌دهی مشاهده شد. وزن دانه پنج سنبله دارای بالاترین ضریب همبستگی با تعداد دانه در سنبله ($r = ۰/۶۹^{**}$) بود. وزن دانه پنج سنبله همچنین با صفات طول سنبله، وزن صد دانه، قطر ساقه، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد گلچه در سنبلچه دارای همبستگی مثبت معنی‌دار و با تعداد گره در ساقه دارای همبستگی منفی معنی‌دار بود. همبستگی پائین یا غیرمعنی‌دار بین متغیرها نشان‌دهنده استقلال صفات اندازه‌گیری شده است. این نتیجه احتمال وجود پدیده همخطی بین صفات ارزیابی را

جدول ۱- تعداد نمونه‌های ژنتیکی گندم نان دریافت شده از کشورهای مختلف برای مطالعه تنوع ژنتیکی

Table 1. Number of bread wheat accessions received from different countries for study of genetic diversity

کشور Country	تعداد نمونه ژنتیکی No of accessions	کشور Country	تعداد نمونه ژنتیکی No of accessions	کشور Country	تعداد نمونه ژنتیکی No of accessions	کشور Country	تعداد نمونه ژنتیکی No of accessions
Afghanistan	23	China	47	Italy	14	Syria	2
Argentina	13	Colombia	1	Japan	58	Turkey	16
Australia	4	(former) East Germany	4	Kenya	1	United Arab Emirates	1
Austria	8	Ethiopia	1	Mexico	3	USA	57
Belgium	1	France	12	Pakistan	3	Yugoslavia	19
Brazil	2	Greece	1	Peru	1	Unknown	10
British Indian Ocean Territory	13	Hungary	4	Portugal	30		
Bulgaria	20	India	1	Romania	7		
Central Africa	2	Indonesia	1	Russia	15		
Chile	1	Iran	73	Switzerland	1		

جدول۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در ارقام شاهد طرح آگمنت مربوط به ارزیابی تنوع ژنتیکی نمونه‌های ژنتیکی گندم نان

Table 2. ANOVA for the measured traits of check cultivars in augmented design for evaluation of bread wheat accessions

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	MS میانگین مربعات						
			طول سنبله Spike length	وزن صد دانه 100 seed weight	تعداد پنجه No of tillers	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد سنبلچه در سنبله No of spikelets per spike	تعداد گلچه درسنبلچه No of flowerlets per spikelet
Block	بلوک	15	0.03^{ns}	0.04^{ns}	0.21^{ns}	43.31^{ns}	0.03^{ns}	0.53^{ns}	0.03^{ns}
Check cultivars	ارقام شاهد	2	31.62**	0.57**	1.08**	1248.06**	0.83**	0.75^{ns}	5.34**
Error	خطا	30	0.06	0.02	0.17	41.04	0.04	0.66	0.03

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

ns and **: Not significant and significant at 1% level of probability, respectively.

Table 2. Continued

ادامه جدول ۲

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	تعداد دانه در سنبله No of seeds per spike	تعداد گره در ساقه No of nodes	تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	تعداد روز تا سنبله‌دهی Days to heading	تعداد روز از سنبله‌دهی تا گلدهی Days form heading to flowering	وزن دانه پنج سنبله Seed weight of five spikes
			MS میانگین مربعات					
Block	بلوک	15	0.82^{ns}	0.11^{ns}	3.36^{ns}	0.41^{ns}	3.36^{ns}	0.07^{ns}
Check cultivars	ارقام شاهد	2	1615.18**	0.15^{ns}	24.65**	30.40**	24.65**	19.49**
Error	خطا	30	0.45	0.06	3.40	0.22	3.40	0.08

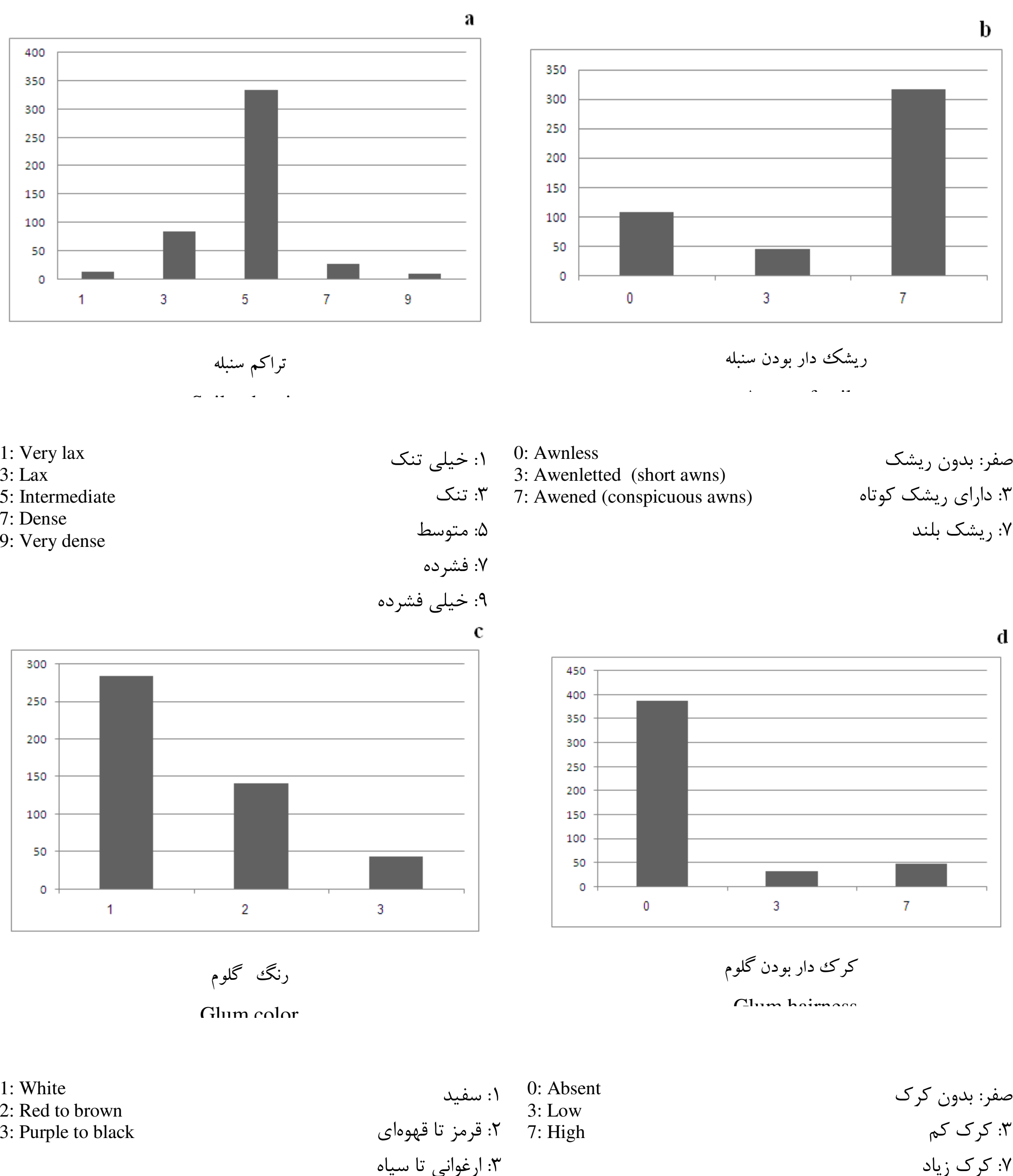
ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

ns and **: Not significant and significant at 1% level of probability, respectively.

جدول ۳- آماره‌های توصیفی برای صفات کیفی اندازه‌گیری شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم نان

Table 3. Statistics data for the qualitative measured traits in bread wheat accessions

Traits	صفات	میانه Median	نما Mode	شاخص شانون Shannon index
Spike density	تراکم سنبله	5	5	0.903
Awns of spike	ریشک دار بودن سنبله	7	7	0.832
Glum color	رنگ گلوم	1	1	0.888
Glum hairness	کرک دار بودن گلوم	0	0	0.586



شکل ۱- نمودار توزیع فراوانی صفات تراکم سنبله (a)، ریشک‌دار بودن سنبله (b)، رنگ گلوم (c)، و کرک‌دار بودن گلوم (d) در بررسی نمونه‌های ژنتیکی گندم نان

Fig. 1. Histogram of spike density (a), awns of spike (b), glum color (c) and glum hairness (d) in evaluation of bread wheat accessions

مرتفع می‌کند. ضمنا با توجه به این که جمعیت موجود از نظر پارامترهای نسبتا مستقل ارزیابی شده است، می‌توان نتیجه گرفت که در اینحالت، در مقایسه با حالت وجود همبستگی بالا بین تعداد زیادی از صفات مورد بررسی، تنوع موجود در جمعیت به نحو جامع‌تری مورد

جدول ۴- آماره‌های توصیفی برای صفات کمّی اندازه‌گیری شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم نان

Table 4. Statistics for the quantitative measured traits in bread wheat accessions

Traits	صفات	Range	Min.	Max.	Mean	Std. Deviation	CV%
Spike length	طول سنبله	13.5	5.5	19.0	12.70	2.25	17.69
100Seed weight	وزن صد دانه	5.0	2.0	7.0	4.21	0.76	18.12
No of tillers	تعداد پنجه	8.0	3.0	11.0	6.92	1.53	22.17
Plant height	ارتفاع بوته	87.0	63.0	150.0	118.06	13.21	11.19
Stem diameter	قطر ساقه	2.0	3.0	5.0	3.92	0.57	14.49
No of spikelets per spike	تعداد سنبلچه در سنبله	14.2	14.0	28.2	20.46	2.21	10.83
No of flowerlets per spikelets	تعداد گلچه درسنبلچه	5.0	2.0	7.0	4.32	0.86	19.80
No of seeds per spike	تعداد دانه در سنبله	84.6	18.8	103.4	59.26	13.75	23.21
No of nodes	تعداد گره در ساقه	2.0	3.0	5.0	3.90	0.38	9.64
Days to flowering	تعداد روز تا گلدهی	30.0	187.0	217.0	201.24	5.18	2.57
Days to heading	تعداد روز تا خوشه‌دهی	32.0	174.0	206.0	189.42	5.48	2.89
Days from heading to flowering	تعداد روز از سنبله‌دهی تا گلدهی	9.0	7.0	16.0	11.82	1.80	15.26
Seed weight of five spikes	وزن دانه پنج سنبله	23.0	3.0	27.0	12.04	3.31	27.52

ارزیابی قرار گرفته است زیرا هر صفت نشان‌دهنده جنبه متفاوتی از خصوصیات نمونه‌های ژنتیکی مورد مطالعه بوده است. در تحقیق آقائی‌سربرزه (Aghaee Sarbarzeh, 2012) روی ۶۰ ژنوتیپ گندم دوروم انتخابی از مواد ژنتیکی موجود در بانک ژن گیاهی ملی ایران و کلکسیون بخش تحقیقات غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، همبستگی بین صفات نشان داد که رابطه بین عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله ($r = ۰/۳۲^{*}$) و وزن دانه در سنبله ($r = ۰/۳۸^{**}$) مثبت و معنی‌دار، ولی با ارتفاع بوته ($r = -۰/۵۳^{**}$) و طول پدانکل ($r = -۰/۴۲^{**}$) منفی و معنی‌دار بود.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که پنج مؤلفه اصلی اول ۶۸/۳ درصد از تغییرات داده‌ها را دربر داشتند (جدول ۷). براساس ضرایب متغیرها در هر یک از مؤلفه‌ها، مؤلفه اصلی اول بر تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه پنج سنبله بیشتر و زمان سنبله‌دهی و گلدهی دیرتر، مؤلفه اصلی دوم بر وزن دانه پنج سنبله، تعداد گلچه درسنبلچه و تعداد دانه در سنبله بیشتر و زمان سنبله‌دهی و گلدهی زودتر و مؤلفه اصلی سوم بر وزن صد دانه و ارتفاع بوته بیشتر تاکید داشت. نمونه‌های ژنتیکی 6795 (مستعمره انگلستان در اقیانوس هند)، 6791 (چین)، 5826 (اتریش)، 5867 (فرانسه)، 5164 (پرتغال)، 6864 (ایالات متحده آمریکا)، 5289 (ترکیه)، 5186 (پرتغال)، 5929 (ایالات متحده آمریکا)، 5276 (افغانستان) و 5784 (ناشناخته) دارای بیشترین مقدار عددی از نظر مؤلفه اصلی اول بودند که به عنوان نمونه‌های ژنتیکی دیررس با مقادیر مطلوب اجزای عملکرد شناسایی شدند. نمونه‌های ژنتیکی 5617 (ایران)، 5895 (ایالات متحده آمریکا)، 5716 (ژاپن)، 5429 (ایران)، 5879

جدول ۵- مشخصات ژرم‌پلاسم گندم با بیشترین مقدار وزن دانه پنج سنبله، وزن صد دانه، تعداد دانه در سنبله و کمترین مقدار ارتفاع بوته و تعداد روز تا گلدهی

Table 5. Features of wheat germplasm with highest amount of seed weight of five spikes, 100seed weight, number of seeds per spike and lowest amount of plant height and days to flowering

صفات Traits	کد دسترسی نمونه ژنتیکی Accession No.	مبدأ origin	تعداد/مقدار Number/amount
وزن دانه پنج سنبله Seed weight of five spikes	5617	Iran	26.55g
	5675	Japan	24.20g
	5716	Japan	24.16g
	5164	Portugal	24.11g
	5895	USA	23.80g
وزن صد دانه 100 seed weight	5752	Afghanistan	6.7g
	5671	Japan	6.5g
	5617	Iran	6.4g
	5465	Iran	6.4g
	5716	Japan	6.3g
	5329	Australia	6.2g
	5675	Japan	6.2g
	5563	Iran	6.1g
	5753	Iran	6.0g
تعداد دانه در سنبله No of seeds per spike	6783	China	103.4
	5895	USA	103.0
	5164	Portugal	101.2
	6791	China	98.4
	5767	Yugoslavia	95.4
	5962	India	94.8
	5858	Russia	94.4
	5727	Japan	93.6
	5929	USA	93.0
	5276	Afghanistan	90.6
ارتفاع بوته Plant height	5516	Japan	63cm
	5510	Hungary	79cm
	5509	Hungary	80cm
	5740	Japan	82cm
	5206	France	85cm
	6834	USA	87cm
	5699	Japan	89cm
تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	5224	Japan	187
	5911	Australia	187
	5932	USA	188
	6753	China	188
	5302	Afghanistan	188
	5335	Pakistan	188
	5185	Portugal	189
	5703	Japan	189

(روسیه)، 6783 (چین)، 5329 (استرالیا)، 5962 (هندوستان)، 5510 (مجارستان) و 5164 (پرتغال) دارای بیشترین مقدار عددی از نظر مؤلفه اصلی دوم بودند که به عنوان نمونه‌های ژنتیکی زودرس (از نظر شروع دوره زایشی) با مقادیر مطلوب اجزای عملکرد شناسایی شدند. در مطالعه ۶۰۰ لاین بومی گندم نان ایران توسط محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2002) تحلیل مؤلفه‌های اصلی، ۲۲ متغیر بررسی شده را به هشت مؤلفه اصلی با واریانس نسبی تجمعی ۸۰/۵ درصد کاهش داد. کاویانی و همکاران (Kaviani *et al.*, 2013.) در بررسی تنوع ژنتیکی در توده های گندم دوروم مشاهده

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم نان

Table 6. Coefficient of correlation between the measured traits in bread wheat accessions

Traits	صفات	Spike length	100 seed weight	No of tillers	Plant height	Stem diameter	No of spikelets per spike	No of flowerlets per spikelets	No of seeds per spike	No of nodes	Days to flowering	Days to heading	days from heading to flowering
100 seed weight	وزن صد دانه	0.10*											
No of tillers	تعداد پنجه	-0.08	0.07										
Plant height	ارتفاع بوته	0.07	0.09*	0.08									
Stem diameter	قطر ساقه	0.08	0.20**	-0.04	0.21**								
No of spikelets per spike	تعداد سنبلچه در سنبله	0.27**	-0.16**	-0.05	0.18**	0.18**							
No of flowerlets per spikelets	تعداد گلچه درسنبلچه	0.02	0.04	-0.05	-0.07	-0.03	0.16**						
No of seeds per spike	تعداد دانه در سنبله	0.10*	-0.19**	-0.05	-0.11*	0.08	0.50**	0.50**					
No of nodes	تعداد گره در ساقه	0.06	-0.14**	0.019	0.29**	0.057	0.12**	-0.10*	-0.06				
Days to flowering	تعداد روز تا گلدهی	0.29**	-.093*	-0.038	0.14**	0.063	0.290**	-0.06	0.11*	0.19**			
Days to heading	تعداد روز تا سنبله‌دهی	0.26	-0.16**	-0.05	0.12*	0.05	0.30**	-0.11*	0.12**	0.22**	0.94**		
Days from heading to flowering	تعداد روز از سنبله‌دهی تا گلدهی	0.00	0.20**	0.08	0.07	0.007	-0.09	0.15**	-0.08	-0.12**	-0.006	-0.31**	
Seed weight of five spikes	وزن دانه پنج سنبله	0.15**	0.49**	0.007	-0.02	0.24**	0.35**	0.47**	0.69**	-0.12**	0.06	0.024	0.082

* and ** : Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

جدول ۷- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای بررسی تنوع ژنتیکی نمونه‌های ژنتیکی گندم نان

Table 7. Principal component analysis for study of genetic diversity of bread wheat accessions

		Component مؤلفه				
		اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
Traits	صفات	First	Second	Third	Forth	Fifth
Spike length	طول سنبله	0.45	-0.02	0.27	-0.32	-0.15
100Seed Weight	وزن صد دانه	-0.04	0.44	0.68	-0.34	0.00
No of tillers	تعداد پنجه	-0.09	0.05	0.19	0.31	0.65
Plant height	ارتفاع بوته	0.17	-0.22	0.58	0.48	0.06
Stem diameter	قطر ساقه	0.28	0.12	0.48	0.15	-0.46
No of spikelets per spike	تعداد سنبلچه در سنبله	0.73	0.02	-0.03	0.28	-0.10
No of flowerlets per spikelets	تعداد گلچه درسنبلچه	0.31	0.61	-0.36	0.08	0.18
No of seeds per spike	تعداد دانه در سنبله	0.67	0.51	-0.38	0.21	0.04
No of nodes	تعداد گره در ساقه	0.24	-0.43	0.19	0.49	0.04
Days to flowering	تعداد روز تا گلدهی	0.67	-0.51	0.05	-0.36	0.32
Days to heading	تعداد روز تا سنبله‌دهی	0.69	-0.59	-0.06	-0.29	0.14
Days form heading to flowering	تعداد روز از سنبله‌دهی تا گلدهی	-0.18	0.33	0.34	-0.14	0.49
Seed weight of five spikes	وزن دانه پنج سنبله	0.56	0.72	0.19	-0.06	0.01
Eigen value	**مقدار ویژه**	**2.73**	**2.32**	**1.61**	**1.17**	**1.06**
Cumulative proportion (%)	**سهم تجمعی**	**20.99**	**38.79**	**51.16**	**60.15**	**68.30**

کردند که نتایج تجزیه به عامل‌ها چهارده صفت مورد مطالعه در این تحقیق را در قالب پنج عامل گروه‌بندی کرد که درمجموع حدود ۷۷/۰۲ درصد از تغییرات کل را توجیه کردند.

با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش K means، نمونه‌های ژنتیکی در ده گروه قرار گرفتند. تفاوت بین گروه‌ها از نظر تمام صفات مورد بررسی، به جز تعداد پنجه بارور و تعداد روز از سنبله‌دهی تا گلدهی معنی‌دار بود. گروه اول دارای بیشترین میانگین وزن دانه پنج سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد گلچه درسنبلچه و تعداد سنبلچه در سنبله بود (جدول ۸). این گروه ۳۲ نمونه ژنتیکی را در بر داشت که شامل دو نمونه از پرتغال (5164 و 5186)، یک نمونه از کنیا (5238)، دو نمونه از افغانستان (5276 و 5837)، یک نمونه از ترکیه (5284)، هفت نمونه از ایران (5388، 5418، 5467، 5474، 5477، 5579 و 5616)، دو نمونه از ژاپن (5675 و 5727)، دو نمونه از یوگسلاوی (5759 و 5767)، یک نمونه از اتریش (5826)،

جدول ۸- میانگین صفات در گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش K means در بررسی نمونه‌های ژنتیکی گندم نان

Table 8. Trait means of the groups developed through cluster analysis by K means method in evaluation of bread wheat accessions

		Cluster خوشه									
Traits	صفات	اول First	دوم Second	سوم Third	چهارم Forth	پنجم Fifth	ششم Sixth	هفتم Seventh	هشتم Eighth	نهم Ninth	دهم Tenth
Spike length	طول سنبله	12.57	12.87	13.30	13.76	12.28	13.33	13.08	12.07	11.39	13.23
100 seed weight	وزن صد دانه	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4
No of tillers	تعداد پنجه	7	6	6	7	7	7	7	7	7	7
Plant height	ارتفاع بوته	114	97	120	97	117	130	119	101	127	133
Stem diameter	قطر ساقه	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
No of spikelets per spike	تعداد سنبلچه در سنبله	22.4	20.6	21.4	21.5	20.2	22.3	19.7	19	18.5	20.9
No of flowerlets per spikelets	تعداد گلچه درسنبلچه	5.1	4.9	4.5	4.3	4.3	4.8	3.8	4.3	3.5	4.3
No of seeds per spike	تعداد دانه در سنبله	86.8	70.3	66.4	59.8	60.3	76.5	47.9	50.1	39.8	55.8
No of nodes	تعداد گره در ساقه	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Days to flowering	تعداد روز تا گلدهی	203	199	208	210	198	201	206	197	198	202
Days to heading	تعداد روز تا سنبله‌دهی	191	187	196	198	186	189	194	185	186	190
Days form heading to flowering	تعداد روز از سنبله‌دهی تا گلدهی	12	12	11	11	12	12	12	12	12	12
Seed weight of five spikes	وزن دانه پنج سنبله	17.26	14.33	12.94	10.85	12.34	14.72	9.64	10.24	8.81	11.94
No of members	تعداد اعضاء	32	33	42	17	84	35	52	50	48	77

یـک نمونـه از روسـیه (5858)، پـنج نمونـه از ایـالات متحـده آمریکـا (5895، 5929، 6833، 6835 و 6856)، یک نمونه از اندونزی (5962)، یـک نمونـه از آفریقـای مرکـزی (6043)، پـنج نمونــه از چــین (6395، 6618، 6783، 6790 و 6791) و یـک نمونـه از مسـتعمره انگلسـتان در اقیانوس هند (6795)، بودند. گروه چهارم دارای بیشـترین میـانگین طـول سـنبله، تعـداد روز تـا سنبله‌دهـی و تعـداد روز تـا گلـدهی و کمتـرین میانگین تعداد روز از سنبله‌دهی تا گلـدهی بـود. بیشترین میانگین وزن صد دانـه و طـول دوره پـر شدن دانه به گروه نهم اختصاص داشـت. گـروه دهم دارای بیشترین میانگین صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه و تعداد گره در ساقه بـود. گـروه اول دارای بیشـترین فاصـله از سـایر گـروه‌هـا بـود (جدول ۹) که نشان‌دهنده تمایز نمونـه‌هـای ایـن گـروه از سـایر نمونـه‌هـای مـورد مطالعـه بـود.

جدول ۹- فواصل بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش K means در نمونه‌های ژنتیکی گندم نان

Table 9. Distance value of the groups developed by K means cluster method in bread wheat accessions

Group گروه	2	3	4	5	6	7	8	9
1	25.24	23.22	34.75	28.63	18.88	40.35	41.13	50.50
2		27.90	21.93	22.68	33.49	34.09	21.53	43.60
3			23.64	19.23	18.93	19.30	31.60	33.54
4				29.11	39.79	25.94	25.35	42.18
5					21.50	19.29	18.95	23.35
6						32.24	39.73	37.95
7							23.96	18.56
8								28.05
10								19.10

نتایج این تحقیق وجود تنوع در مواد ژنتیکی مورد آزمایش از نظر صفات انـدازه‌گیـری شـده را، آشکار کرد. نمونه‌های ژنتیکـی برتـر از نظـر هر یک از صـفات ارزیـابی شـده از کشـورهای گوناگون و همچنین از صـفتی بـه صـفت دیگـر متفـاوت بودنـد. ایـن نتـایج نشـان‌دهنـده وجـود ژرم‌پلاسـم متنـوع اسـت کـه بـه تنهـایی یـا در ترکیب با یک‌دیگر خزانه ژنتیکی ارزشمندی را در اختیار به‌نژادگر قرار می‌دهد. با این که نسبت نمونه‌هـای ژنتیکـی بـا مبـدأ ایـران در کـل مـواد آزمایشـی کوچـک بـود (۷۳ از ۴۷۰ یـا ۱۵/۵ درصد)، ولی قرار گرفتن آن‌ها در بین نمونه‌های ژنتیکی بـا بیشـترین وزن دانـه پـنج سـنبله و وزن صد دانه مورد توجـه اسـت. بایـد توجـه داشـت نمونـه‌هـای ژنتیکـی برتـر بایـد بـه عنـوان منـابع ژنتیکی برای بهبود صفات مربوطه در نظر گرفته شوند ولی از نظـر سـایر صـفات نیـاز بـه اصـلاح دارنـد. بـه عنـوان مثـال نمونـه ۵۶۱۷ (ایـران) بـا

بیشترین وزن دانه پنج سنبله (۲۶/۵۵ گرم) دارای ارتفاع بوته زیاد (۱۳۸ سانتی‌متر و جزو ۶ درصد افـراد جامعـه بـا بیشـترین ارتفـاع بوتـه) بـوده و حساس به ورس است. همچنین این نمونه با ۲۰۱ روز تا گلدهی جـزو ۵۱ درصـد افـراد جامعـه از نظر زودرسی بود و لذا نسبت بـه سـایر نمونـه‌هـا متوسط رس محسوب می‌شود و برای اسـتفاده از آن در شرایط تنش محیطی نیازمند اصـلاح ایـن صـفت اسـت. تجزیـه بـه مؤلفـه‌هـای اصـلی، نمونه‌های ژنتیکی با مقادیر مطلوب اجزا عملکرد زودرس و دیررس را از یک‌دیگـر متمـایز کـرد که بسته بـه اهـداف برنامـه‌هـای اصـلاحی قابـل اسـتفاده هسـتند. از نتـایج تجزیـه خوشـه‌ای و گزینش مواد ژنتیکی از خوشه‌های متفـاوت نیـز می‌توان به حـداکثر تنـوع جهـت تشـکیل خزانـه ژنتیکی اولیه برای گزینش‌های آتی دست یافت.

References

Aghaee Sarbarzeh, M. 2012. Variation of agronomic traits in durum wheat genotypes. Seed and Plant Improvement Journal 28-1 (3): 481-502 (in Persian).

Aghaee Sarbarzeh, M., and Amini, A. 2012. Genetic variability for agronomy traits in bread wheat genotype collection of Iran. Seed and Plant Improvement Journal 27-1 (4): 581-599 (in Persian).

Aghaee Sarbarzeh, M., and Amini, A. 2013. Evaluation of agronomic characteristics of synthetic wheat genotypes. Seed and Plant Improvement Journal 29-1 (1): 25-44 (in Persian).

Anonymous 1978. Descriptors for Wheat and Aegilops. International Board for Plant Genetic Resources. IBPGR, Rome, Italy.

Anonymous 2010. The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, Italy.

Arminian, A., Hoshmand, S., and Shiran, B. 2012. Investigating genetic diversity and classification of diverse wheat genotypes using multivariate analysis methods. Electronic Journal of Crop Production 5 (4): 105-120 (in Persian).

Arshad, Y., and Zahravi, M. 2013. Multivariate analysis of different agronomic traits of Iranian germplasm of bread wheat. Iranian Journal of filed Crop Science 44(2): 261-271 (in Persian).

Hagenblad, J., Zie, J., and Leino, M.W. 2012. Exploring the population genetics of genebank and historical landrace varieties. Genetic Resources and Crop Evolution 59: 1185–1199.

Harlan, J.R. 1975. Our vanishing genetic resources. Science 188: 618-621.

Hasanpour, A., Arshad, Y., Vaezi, S., and Rashidi, V. 2013. The study of genetic diversity and relationships of major agronomical traits for several wheat accessions of National Plant Gene Bank of Iran. Agronomy Journal (Pajouhesh va Sazandegi) 104: 76-86 (in Persian).

Kaviani, R., Aghaee Sarbarzeh, M., Bihamta, M.R., and Mohammadi, M. 2013. Genetic diversity and factor analysis for agronomical and morphological traits in durum wheat landraces. Seed and Plant Improvement Journal 29 (4): 673-692 (in Persian).

Khalilzadeh, Gh., Valizadeh, M. , Kazemi, H., Mahfouzi, C., and Gharibeshghi, A. 2007. Study of genetic diversity in spring wheat landraces of North West of Iran. Agricultural Science 13: 417-428 (in Persian).

MacQueen, J. B. 1967. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. Proceedings of the 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, University of California Press, California, USA. pp. 281-297.

Mohammadi, M., Ghanadha, M., and Taleei, A. 2002. Study of the genetic variation within Iranian local bread wheat lines using multivariate techniques. Iranian Journal of filed Crop Science 18 (3): 328-347 (in Persian).

Naroui Rad, M.R., Farzanju, M., Fanay, H.R., Arjmandinejad, A. R., Ghasemy, A., and Polshekane Pahlevan, M.R.. 2006. The study genetic variation and factor analysis for morphological characters of wheat native accessions of Sistan and Baluchistan. Pajouhesh va Sazandegi 19: 50-57 (in Persian).

Rashidi, V., Reihani-Meh, S., and Chalbiyani, S. 2012. Diverity of spike characteristics in bread wheat genotypes of temperate and cold regions. Journal of Research in Crop Science 5: 31-34 (in Persian).

Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal 27: 379-423.

Zakizadeh, M, Esmaeilzadeh Moghaddam, M., and Kahrizi, D. 2010. Study on genetic variation and relationship between plant characteristics and grain yield in long spike bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes-using multivariate analysis. Iranian Journal of Crop Sciences 12 (2): 18-30 (in Persian).

Zeven, A.C. 1998. Landraces: a review of definitions and classifications. Euphytica 104: 127-139.